

16.Стельмашук М., Лазаренко А. Нобелівські лауреати 2000 // Галицькі контракти. – 2000. – №45.

17.Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы). – Харьков: Майдан, 2002. – 1053 с.

18.Залуний В.Ф. Стратегия и тактика строительной фирмы в условиях рынка // Придніпровський науковий вісник. – Дніпропетровськ, 1998. – 240 с.

*Получено 10.06.2003*

УДК 628.146.22

В.А.ВОБЛЫХ, О.В.КИЧАЕВА, кандидаты техн. наук, В.Н.КИРЮШИН

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

## **ПРОТАЛКИВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ТРУБ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТРУБОПРОВОДА**

Приведены соотношения для определения необходимых параметров при проталкивании керамических труб во время реконструкции трубопроводов.

Реконструкция разрушенного железобетонного трубопровода путем замены его новыми трубами состоит из двух основных технологических процессов: проталкивание труб-вкладышей и заполнение раствором межтрубного зазора или установка между трубами полиэтиленовых прокладок.

Трубы-вкладыши проталкивают из стартового котлована, длина которого определяется длиной проталкивающего устройства и длиной звена трубы вкладыша. Снижение количества стартовых котлованов и промежуточных проталкивающих устройств за счет увеличения длины проталкивания и, следовательно, снижение общих затрат на восстановление канализационного трубопровода большой протяженности является задачей, которая рассматривается в настоящей работе.

Работу по определению силы проталкивания и длины плети труб-вкладышей при проталкивании осуществляли в рамках программы, выполняемой в ХГТУСА, по разработке методов восстановления трубопроводов, глубоко проложенных в грунте.

В [1] рассмотрена задача о проталкивании железобетонных труб-вкладышей. В основу ее решения положен закон Кулона о пропорциональности силы трения действующему давлению. В нашей статье рассматривается задача о проталкивании керамических труб-вкладышей. В отличие от железобетонных напорных труб [2] длиной 5 м керамические трубы имеют длину 1 м. Поэтому плетень керамических труб-вкладышей более гибкая, но в то же время менее прочная. При проталкивании плети керамических труб-вкладышей вдоль разрушенного

трубопровода в связи с его искривлением возникает трение не только в нижней части, но и сбоку. Величина искривления определяется допуском «Δ» на изготовление железобетонных напорных труб по ГОСТ 12586.0-83, 12586.1-83 [2], а величина сил трения по боковой поверхности – давлением, которое создается плетью труб-вкладышей при их изгибе в горизонтальной плоскости.

С учетом этих предпосылок величина силы проталкивания при жестком соединении труб-вкладышей определяется по формуле

$$F > \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2) L f_2 \gamma + \Delta f_2 \left( \frac{2\pi}{4l_0} \right)^3 \cdot \frac{\pi}{64} [D_H^4 - D_B^4] E_k \frac{L}{l_0}, \quad (1)$$

где  $D_H$  – наружный диаметр керамической трубы, м;  $D_B$  – внутренний диаметр керамической трубы, м;  $\gamma$  – объемный вес керамики, кН/м<sup>3</sup>;  $L$  – длина плети керамических труб, м;  $f_2$  – коэффициент трения керамики по мокрому блоку,  $f_2 = 0,6$ ;  $\Delta$  – допуск на размер внутреннего диаметра железобетонной трубы, м,  $\Delta = 0,004$  м [2];  $l_0$  – длина звена железобетонной трубы, м,  $l_0 = 5$  м;  $E_k$  – модуль деформации керамического материала, кПа/м<sup>2</sup>.

При проталкивании керамических труб, соединенных между собой полиэтиленовыми прокладками, касание стенок труб происходит в местах переломов плети, так как плеть принимает пилообразный вид.

При длине керамических труб, равной 1 м, количество звеньев керамических труб в пределах одного звена железобетонной трубы равно пяти. С учетом этого фактора величина силы проталкивания становится равной

$$F > \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2) \gamma f_2 L + 0,6 \frac{\Delta}{4} f_n \frac{\pi}{64} (D_H^4 - D_b^4) \frac{E_n}{t} \frac{25}{4l_0^2} \frac{L}{2l_0}. \quad (2)$$

Здесь  $D_H$  – наружный диаметр керамической трубы, м;  $f_n$  – коэффициент трения полиэтилена по бетону;  $E_n$  – модуль упругости полиэтилена низкого давления,  $E_n = 150 \cdot 10^3$  кПа;  $t$  – толщина полиэтиленовой прокладки. Остальные обозначения – те же, что и в (1).

С помощью формул (1) и (2) можно получить зависимость между длиной клети керамических труб и силой проталкивания:

при жестком соединении

$$L \leq \frac{F}{\left[ \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2) \gamma f_2 + \frac{\Delta}{4l_0} f_2 \left( \frac{\pi}{2l_0} \right)^3 \frac{\pi}{64} [D_H^4 - D_B^4] E_k \right] \gamma_c}, \quad (3)$$

при соединении с помощью полиэтиленовых прокладок:

$$L \leq \frac{F}{\left[ \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2) \gamma f_2 + \frac{0,6}{4} \frac{\Delta}{2l_0} f_n \frac{\pi}{64} [D_H^4 - D_B^4] \frac{E_n}{t} \frac{25}{4l_0^2} \right] \gamma_c}. \quad (4)$$

Коэффициент надежности должен быть принят не менее  $\gamma_c = 1,5$ .

Предельную силу проталкивания найдем из условия предельного сопротивления керамической трубы на изгиб совместно со сжатием:

$$\sigma_{\max} = E \frac{\Delta}{2} \left( \frac{\pi}{2l_0} \right)^2 \frac{D_H}{2} + \frac{F}{\frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_b^2)} \leq R_{\text{из}}. \quad (5)$$

Используя зависимость (5), получим предельную силу проталкивания

$$F_{\text{пр}} = \frac{\left[ R_{\text{из}} - E \frac{\Delta}{2} \left( \frac{\pi}{2l_0} \right)^2 \frac{D_H}{2} \right] \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_b^2)}{\gamma_F}. \quad (6)$$

Здесь  $R_{\text{из}}$  – предел прочности керамики при изгибе,  $R_{\text{из}} = 1,5 - 4$  кН/см<sup>2</sup>;  $\gamma_F$  – коэффициент надежности по нагрузке,  $\gamma_F = 1,1$ .

При проталкивании керамических труб, соединенных между собой полиэтиленовыми прокладками, продольная сила проталкивания определяется из условия предельного сопротивления керамической трубы на изгиб совместно со сжатием, а также из условия предельного сопротивления полиэтиленовой прокладки также на изгиб и сжатие.

Поскольку прочность полиэтилена на изгиб ( $R_{\text{из}}^n = 7 - 17$  МПа [3]) оказывается ниже, чем такая же прочность для керамики

$R_{из} = 15 - 40$  МПа, предельная сила проталкивания будет определяться несущей способностью полиэтиленовых прокладок.

Максимальные напряжения в полиэтиленовой прокладке будут равны:

$$\sigma_{\max} = E_n \cdot \frac{5}{l_0} \cdot \frac{\Delta}{8} \cdot \frac{\sin \frac{\pi}{5}}{t} \cdot \frac{D_H}{2} + \frac{F}{\frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2)} \leq R_U^n. \quad (7)$$

Используя зависимость (7), находим предельную силу проталкивания:

$$F_{пр} = \frac{\left( R_U^n - E_n \frac{1,25\Delta}{4l_0} \cdot \frac{0,5878}{t} D_H \right) \frac{\pi}{4} (D_H^2 - D_B^2)}{\gamma_F}. \quad (8)$$

Здесь  $R_{из}^n$  – предел прочности полиэтилена при изгибе,  $R_{из}^n = 7 - 17$  МПа [3];  $E_n$  – модуль упругости полиэтилена,  $E_n = 150 \div 200$  МПа.

Ниже приведены графики зависимости длины плети керамических труб при проталкивании от проталкивающей силы и условия соединения труб между собой, а также график для определения предельных проталкивающих сил в зависимости от диаметра труб.

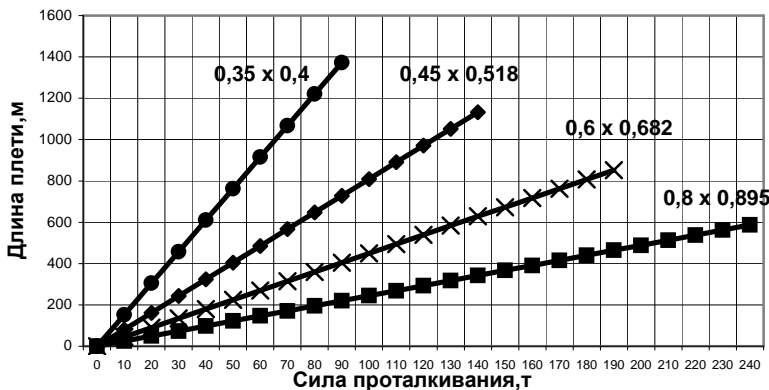


Рис. 1 – Зависимость длины плети керамических труб от проталкивающей силы

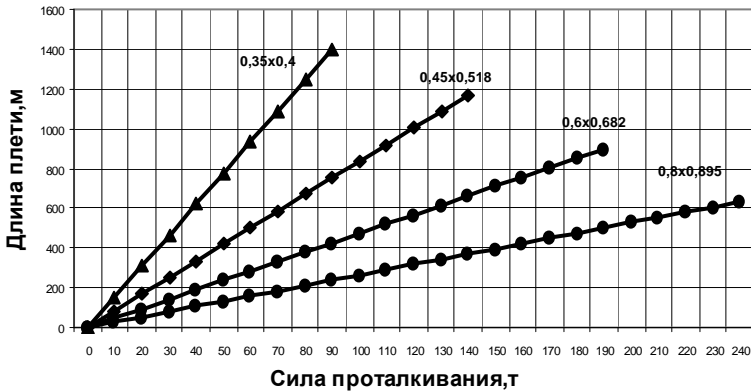


Рис. 2 – Зависимость длины плети керамических труб с полиэтиленовой прокладкой от проталкивающей трубы

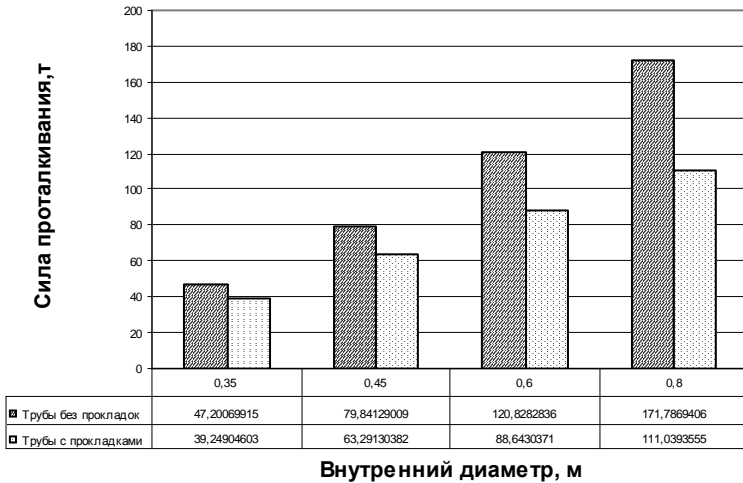


Рис. 3 – Предельные силы проталкивания керамических труб без прокладок и с полиэтиленовыми прокладками

Таким образом, решение, полученное в данной работе, позволяет производить рациональное размещение стартовых колодцев для выполнения реконструкции разрушенных трубопроводов с помощью проталкивания керамических труб-вкладышей имеющимся оборудованием.

1. Воблых В.А., Гончаренко Д.Ф., Кирюшин В.Н. Проталкивание железобетонных труб при реконструкции трубопровода // Науковий вісник будівництва. Вип. 21. – Харків: ХДТУБА, 2003.

2. Трубы железобетонные, напорные, вибропрессованные. ГОСТ 12586.0-83; ГОСТ 12586.1-83. Государственный комитет СССР по делам строительства. – М, 1984. – 31 с.

3. Бойко В.В., Маилян Р.Л. Гидроизоляция подземных сооружений полимерными материалами. – К.: Будівельник, 1989. – 144 с.

*Получено 17.06.2003*

УДК 624.011.2 : 668.3 : 69.059.38

**В.И.ТОРКАТЮК, д-р техн. наук, Н.М.ЗОЛотова, В.А.МЕЛЬМАН**

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Рассматриваются преимущества акриловых клеев для соединения бетонных и железобетонных конструкций (нового бетона со старым и старого бетона со старым). Описывается и анализируется технология реконструкции железобетонных сооружений с использованием акриловых клеев на примере фундаментов под крупные агрегаты, кузнечное и штамповочное оборудование, установку карусельного станка, а также на примере соединения бетонных и железобетонных элементов строительных конструкций (садового домика, автомобильного гаража).

Несмотря на существующий отход в современном строительстве от сборного железобетона, все же значительное число зданий и сооружений возводят из составных железобетонных и бетонных конструкций. Как правило, эти конструкции имеют различные структурные и прочностные характеристики, связанные с процессом твердения, исходя из условий технологии выполнения процессов и технических особенностей архитектурно-конструктивных решений [1, 2].

Для обеспечения эксплуатационной надежности зданий и сооружений, которая зависит от прочности контактов, монолитности стыков, трещиностойкости составных конструкций, жесткости и устойчивости как отдельных конструктивных элементов, так и всего сооружения и степени непроницаемости стыков, все конструкции и контакты между ними должны обладать близким по величине запасом прочности. Поэтому большое внимание при проектировании и производстве работ уделяется совершенствованию конструктивных решений стыков и технологии их выполнения в натуре, а также эстетичности при формировании экстерьеров и интерьеров.

С появлением высокопрочных синтетических материалов, в частности акриловых клеев, появилась возможность их применения в несущих конструкциях [21]. Необходимо отметить, что в некоторых случаях использование акриловых клеев для соединения или восстановления